

последующему разрушению при приложении критической нагрузки, что подробно рассматривалось выше. Из чего вытекает очевидная благоприятная роль снятия поверхностного, микродефектного слоя и получения однородной поверхности стекла.

При этом создаются благоприятные предпосылки для нанесения покрытий с помощью вакуумно-плазменной технологии (упрочняющих, износостойких, защитно-декоративных). В данном случае ионное травление может выступать как этап внутрикамерной подготовки поверхности изделий из стекла, так и совместно с процессом формирования функционального покрытия (ионное ассистирование), что позволит повысить прочностные характеристики поверхностного слоя.

УДК 621.52

Комаровская В.М., Станкевич А.А., Опиок Н.Э.

## **РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПЛАСТИНЧАТО-РОТНОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА**

*БНТУ, Минск*

Пластинчато-роторные вакуумные насосы предназначены для откачки воздуха из герметичных объемов, неагрессивных к материалам конструкции насоса, нетоксичных газов и парогазовых смесей, предварительно очищенных от капельной влаги и механических загрязнений. С целью выявления наиболее современных и прогрессивных конструкций произведен обзор различных патентов по пластинчато-роторным вакуумным насосам. Первый рассматриваемый механический вакуумный насос [1] используется в области вакуумного машиностроения для откачки из герметичных объемов воздуха, паров и парогазовых смесей от атмосферного давления до предельного остаточного.

Целью данного изобретения является повышение быстроты действия насоса и снижение потребляемой мощности. Это достигается за счет того, что при вращении ротора подшипники, закрепленные на пластине, контактируют с поверхностью корпуса. Остальная торцовая поверхность пластин вращается с гарантированным зазором относительно внутренней поверхности рабочей камеры.

В качестве следующего насоса был рассмотрен вакуумный пластинчато-роторный насос, который представлен в патенте [2]. Данное изобретение относится к вакуумной технике и может быть применено в пищевой промышленности.

В настоящее время для получения вакуума с малой быстротой действия применяются объемные механические пластинчато-роторные вакуумные насосы, работающие в масляной ванне, обеспечивающей герметизацию соединений насоса и снятие потерь на трение. При работе такого насоса вследствие высокой температуры и соприкосновения масла с металлами и газами может происходить разрушение и частичное разложение его макромолекул. Образующиеся при этом более летучие фракции интенсивно мигрируют в откачиваемый объем и в окружающую среду, загрязняя ее. Для того, чтобы решить данные проблемы и был разработан вышеупомянутый вакуумный пластинчато-роторный насос. Далее рассмотрен вакуумный пластинчато-роторный насос [3], который используется в автомобильных двигателях. Задачей, на решение которой направлено данное изобретение, является повышение долговечности, надежности, увеличение КПД вакуумного насоса, а также введение дополнительной функции – создание вакуума в системе рециркуляции отработанных газов автомобиля.

Далее рассматривался вакуумный пластинчато-роторный насос, представленный в работе [4]. Данный насос применяется для создания вакуума в усилителях тормозного привода автомобиля, а также в гидравлических или пневматических системах. Задачей, на решение которой направлено данное изобретение, является упрощение конструкции насоса, повышение КПД, повышение глубины предельного вакуума, снижение до минимума трения между торцами ротора и плоскостями крышки и корпуса при максимизации компрессии насоса.

Затем был рассмотрен портативный, роторный вакуумный насос со съёмным картриджем масляного резервуара [5]. Портативные, ротационные вакуумные насосы широко используются в обслуживании кондиционеров и охлаждающих систем, чтобы создавать относительно глубокий вакуум, прежде чем система будет перезаряжена. В обычной процедуре обслуживания для восстановления хладагента в системе, и для ремонтных работ,

кондиционер должен оперативно перезаряжаться иначе на его рабочие характеристики будет оказано негативное влияние. В частности, любой воздух и влажность, оставленные в системе, вмешаются в тепловой цикл хладагента, вызывая ошибочные и неэффективные рабочие характеристики. Кроме того, любой остаточный воздух и влажность могут вызвать нежелательные химические реакции в системных компонентах и сформировать ледяные кристаллы в системе, способствующей ускоренным отказам компонента. Замена масла в насосах такого типа достаточна проблематична.

Таким образом, проанализировав современные отечественные и зарубежные патенты, можно прийти к выводу, что основными направлениями модернизации конструкции в пластинчато-роторных вакуумных насосах является снижение потребляемой мощности (например, за счет установки роликов качения в пластины), что позволит увеличить скорость вращения вала и как следствие увеличить КПД насоса в целом и использование в качестве рабочей жидкости не масло, а воду, что позволит добиваться чистого безмасляного вакуума, а следовательно снижение себестоимости всей установки, так как нет необходимости использовать различные вакуумные ловушки.

В качестве базовой конструкции будет использован вакуумный насос типа 2НВР с масляным уплотнением. Насос вакуумный 2НВР с масляным уплотнением состоит из цилиндрического корпуса, внутри которого эксцентрично вращается ротор, в котором имеются пазы, и в них возвратно-поступательно движутся пластины. В полость сжатия для смазки трущихся деталей и уплотнения зазоров подаётся масло через трубопроводы. Для уплотнения торцевых зазоров в насосе 2НВР применяются уплотнительные кольца.

Данный вакуумный пластинчато-роторный насос составляет 90% всего рынка форвакуумных насосов, это говорит о его надежности, долговечности, относительно невысокой стоимости.

В ходе модернизации в базовой конструкции насоса были сделаны следующие изменения:

1. Изменен материал пластин насоса с текстолитовых ПТ-7 ГОСТ 2910–74 на Сталь 85 ГОСТ 10885–85.

2. В пластины были впаяны специальные бобышки, в которые будут крепиться ролики качения.

2. Изменено расположение пластин в теле ротора, а именно пластины стали располагаться радиально.

3. Изменена конструкция ротора насоса, выполнены пазы под пластины в радиальном направлении, а также специальные выемки под бобышки.

4. В корпусе насоса выполнены расточки, в которые устанавливаются специальные втулки. Данные втулки будут воспринимать нагрузку от ролика и самой пластины в ходе работы насоса. В корпусе насоса выполнены специальные пазы, с помощью которых втулки будут извлекаться из корпуса в случае их износа.

Технологическая схема сборки модернизированного насоса представлена на рисунке.

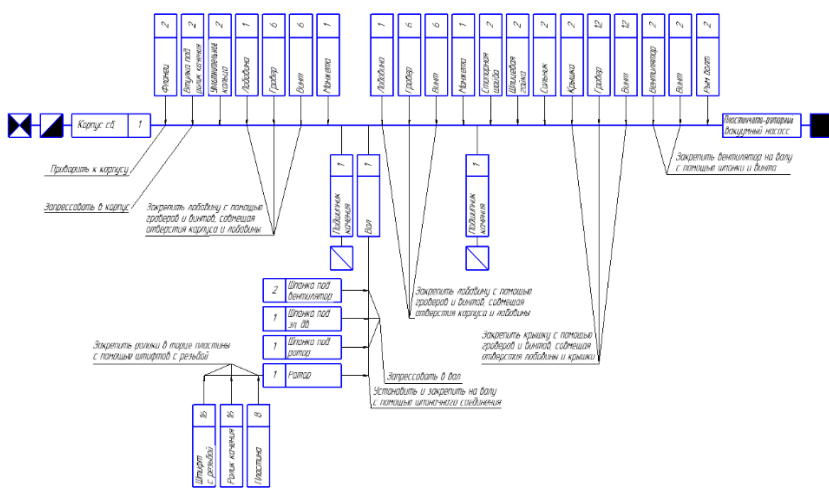


Схема технологической сборки насоса

Также произведен перерасчет механических потерь на трение который показал, что предлагаемая конструкция пластин позволит сократить потери на трение до  $N_{тр} = 1136,908$  (Вт), это в 2,7 раза меньше первоначального значения ( $N_{тр} = 3031,083$  (Вт)). Сокращение потерь на трение позволит увеличить скорость работы

насоса, с помощью замены базового электродвигателя и тем самым повысить КПД насоса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2018713 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Механический вакуумный насос / Л.Н. Лавренюк. – №4935300/29, заявл. 12.05.1994, опубл. 30.08.1994. – 5 с.

2. Пат. 2195582 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Вакуумный пластинчато-роторный насос / А.В. Малышев. – № 2000117695/06, заявл. 04.07.2000, опубл. 20.06.2002. – 5 с.

3. Пат. 2358158 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Вакуумный пластинчато-роторный насос / А.В. Авдеев, А.Ю. Галкин, В.М. Елькин, В.Г. Охотников, Р.Р. Шехмаматьев. – № 2007130584/06, заявл. 09.08.2007, опубл. 10.06.2009. – 5 с.

4. Пат. 2360147 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Вакуумный пластинчато-роторный насос / А.В. Авдеев, А.Ю. Галкин, В.М. Елькин, В.Г. Охотников, Р.Р. Шехмаматьев. – № 2007138127/06, заявл. 15.10.2015, опубл. 27.06.2009. – 5 с.

5. Пат. EP2587059 В1 Соединенные Штаты Америки, МПК EP20130152172. Портативный, роторный вакуумный насос со съемным картриджем масляного резервуара / С. Грегори. – № WO2006036598A8, заявл. 16.11.2005, опубл. 06.05.2015. – 7 с.

УДК 621.7

Комаровская В.М., Суша Ю.И., Боровок О.А.

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ**

*БНТУ, Минск*

В основе повышения износостойкости и усталостной прочности деталей лежит воздействие на рабочую поверхность деталей и элементы кристаллической решетки металла путем применения различных видов обработок. Различают следующие виды повышения износостойкости:

1. Термические, термохимические способы: